

#3
04.11.2

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Kenji HORI

Application No.: 10/032,093

Filed: December 31, 2001

Group Art Unit: 2873

Docket No.: 111608

For: OPTICAL COMPONENT THICKNESS ADJUSTMENT METHOD, OPTICAL COMPONENT, AND POSITION ADJUSTMENT METHOD FOR OPTICAL COMPONENT

CLAIM FOR PRIORITY

Director of the U.S. Patent and Trademark Office
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2001-383861 filed December 18, 2001

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

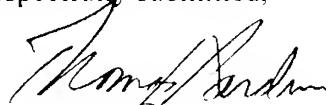
X is filed herewith.

 was filed on in Parent Application No. filed .

 will be filed at a later date.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



Mario A. Costantino
Registration No. 33,565

Thomas J. Pardini
Registration No. 30,411

MAC:TJP/mlb

Date: March 15, 2002

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

**DEPOSIT ACCOUNT USE
AUTHORIZATION**
Please grant any extension
necessary for entry;
Charge any fee due to our
Deposit Account No. 15-0461



日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年12月18日

出願番号

Application Number:

特願2001-383861

[ST.10/C]:

[JP2001-383861]

出願人

Applicant(s):

株式会社ニコン

2002年 2月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2002-3003336

【書類名】 特許願
【整理番号】 0101410
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 3/00
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
内
【氏名】 堀 健治
【特許出願人】
【識別番号】 000004112
【氏名又は名称】 株式会社ニコン
【代表者】 吉田 庄一郎
【代理人】
【識別番号】 100094846
【弁理士】
【氏名又は名称】 細江利昭
【電話番号】 (045)411-5641
【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2001- 278
【出願日】 平成13年 1月 5日
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 049892
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9717872
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学部品の厚さ調整方法、光学部品、及び光学部品の位置調整方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 使用する光に対して透明な材質からなる光学部品の、少なくとも1つの光学的境界面の位置、即ち光学的な厚さを調整する方法であって、当該光学部品を構成している材料と同じか、当該光学部品を構成している材料の屈折率に近い屈折率を有する材料を、蒸着又は気相成長により当該光学部品の表面に付加することにより光学的な厚さを増加させる工程を有してなることを特徴とする光学部品の厚さ調整方法。

【請求項2】 使用する光に対して透明な材質からなる光学部品の、少なくとも1つの光学的境界面の位置、即ち光学的な厚さを調整する方法であって、当該光学部品の表面をエッティングすることにより光学的な厚さを減少させる工程を有してなることを特徴とする光学部品の厚さ調整方法。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載の光学部品の厚さ調整方法によって光学的な厚さを調整された光学部品。

【請求項4】 光学部品の位置を調整する方法であって、当該光学部品の少なくとも1つの取り付け面に、蒸着、鍍金、又は気相成長により材料を付加することにより、取り付け面の位置を変化させる工程を有してなることを特徴とする光学部品の位置調整方法。

【請求項5】 光学部品の位置を調整する方法であって、当該光学部品の少なくとも1つの取り付け面をエッティングすることにより、取り付け面の位置を変化させる工程を有してなることを特徴とする光学部品の位置調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学レンズ、平面板、プリズム等、使用する光に対して透明な材質からなる光学部品の光学的厚さを調整する方法、及び当該方法により厚さを調整された光学部品、さらには光学レンズ、平面板、プリズム、ミラー等の光学部品

の位置を調整する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般に光学部品はその形状を高精度に加工することが要求される。形状を規定する要素のなかでも、面精度、厚さ精度は、ほとんど全ての光学部品にとって重要な項目である。光学部品に要求される厚さの精度は、一般に、全体の光学系に要求される解像力が高い程、光学系の開口数が大きくなる程、光学部品の位置が観察面又は像面に近い程厳しくなる。いわゆる、固体浸レンズや固体浸ミラーとして用いられる光学部品においては特に厚さに関して厳しい精度が要求される。

【0003】

また、同一の光学部品内に、反射などによって多重の光路を持つ場合や、光の干渉を用いる場合にも、部品の厚さは高い精度が要求されている。当然、光の干渉を用いる場合には、使用する光の波長が短い程部品の厚さ精度への要求も高くなる。このような光学面の加工方法としては、研磨、プレス、切削などの方法が用いられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、最近光学部品に要求される加工精度はサブミクロン以下となつてきており、従来用いられてきた研磨、プレス、切削などの方法では、光学部品の光学的厚さを要求どおりのものとするのが不可能になってきている。同様、光学部品を光学系内に設置する場合の位置精度もサブミクロン以下の精度が要求されるようになってきており、従来用いられてきた方法では、取り付け基準面をこのような精度に加工することは不可能である。

【0005】 本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、光学部品の光学的厚さ精度をサブミクロン以下に調整可能な光学部品の厚さ調整方法、光学的厚さの精度がサブミクロン以下とできるような光学部品、及び取り付け位置精度をサブミクロン以下とできるような光学部品の位置調整方法を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するための第1の手段は、使用する光に対して透明な材質からなる光学部品の、少なくとも1つの光学的境界面の位置、即ち光学的な厚さを調整する方法であって、当該光学部品を構成している材料と同じか、当該光学部品を構成している材料の屈折率に近い屈折率を有する材料を、蒸着又は気相成長により当該光学部品の表面に付加することにより光学的な厚さを増加させる工程を有してなることを特徴とする光学部品の厚さ調整方法（請求項1）である。

【0007】

本手段は、従来の方法によって製造された光学部品の光学的厚さが目標よりも薄い場合に、その光学的厚さを目標値にする方法である。すなわち、当該光学部品の表面に、当該光学部品を構成している材料と同じか、当該光学部品を構成している材料の屈折率に近い屈折率を有する材料を、蒸着又は気相成長により当該光学部品の表面に付加することにより光学的な厚さを増加させる。従来の方法では、光学部品の光学的厚さが目標値の許容範囲を下回った場合には、この光学部品自体を修正して良品にすることはできなかったが、本手段によって良品とすることが可能になる。

【0008】

蒸着や気相成長は、薄膜の形成に用いられる手法であり、ナノメータオーダーの厚み精度を有する膜を形成できる。ここで蒸着とは、真空蒸着はもちろん、イオンプレーティング、イオンスパッタリング等の蒸発物をイオン化して成膜する手法を含む。よって、上記方法により、光学部品の表面に形成される膜厚をサブミクロン（ $0.01\mu\text{m}$ ）のオーダーで制御することが容易である。付加される材料は、対象とされる光学部品と同じであるか、屈折率が近い材料であるので、付加された部分を、当該光学部品の光学的厚さが増加した部分とみなすことができ、結果として目標の光学的厚さを有する光学部品とすることができます。

【0009】

付加される材料としては、対象とされる光学部品と同じ材料であることが最も好ましいが、屈折率が近い材料であれば、同様に用いることができる。屈折率が異なる材料を使用する場合に、どの程度の厚さ付加すればよいかは、光学的な計

算により容易に決定することができる。どの程度の屈折率の違いまで許容するかについては、光学系によりまちまちであるが、要するに、付加された材料が、光学部材の一部であると考えられる程度であればよく、与えられた光学系の条件により、当業者が容易に決定することができる。

【0010】

前記課題を解決するための第2の手段は、使用する光に対して透明な材質からなる光学部品の、少なくとも1つの光学的境界面の位置、即ち光学的な厚さを調整する方法であって、当該光学部品の表面をエッティングすることにより光学的な厚さを減少させる工程を有してなることを特徴とする光学部品の厚さ調整方法（請求項2）である。

【0011】

本手段は、従来の方法によって製造された光学部品の光学的厚さが目標よりも厚い場合に、その光学的厚さを目標値にする方法である。従来の方法では、光学部品の光学的厚さが目標値の許容範囲を上回った場合には、検査後に再び加工用工具に取り付けて手直し加工をすることはできた。しかし、その光学部品を精度良く取り付けて固定することは困難であり、取り付け精度が悪いことに起因する加工不良が生じたり、特に大量生産する場合には手間がかかりすぎて生産性が低くなっていた。本手段によって、良品率と生産性を上げることが可能になる。

エッティングも、リソグラフィーの分野では広く用いられている方法であり、ナノメータのオーダーの精度で材料の減厚を行うことができる。ここでエッティングとは、エッティング液に光学部品を浸漬するウェットな手法と、イオンエッティング、イオンビームエッティング等のイオンの反応性を利用したドライな手法とを含む。よって、光学部品の表面をエッティングすることにより、その厚さを減少させて、光学的厚さをサブミクロン（ $0.01 \mu m$ ）の精度で目標値とすることが可能である。

【0012】

前記課題を解決するための第3の手段は、前記第1の手段又は第2の手段により光学的な厚さを調整された光学部品（請求項3）である。

【0013】

本手段は、その光学的な厚さがサブミクロン ($0.01\mu\text{m}$) のオーダーで目標値とされているので、高い解像力が要求される場合、光学系の開口数が大きい場合、光学部品の位置が観察面又は像面に近い場合、使用される光の波長が短い場合等、高い加工精度を要求される場合に適用が可能である。

【0014】 前記課題を解決するための第4の手段は、光学部品の位置を調整する方法であって、当該光学部品の少なくとも1つの取り付け面に、蒸着、鍍金、又は気相成長により材料を付加することにより、取り付け面の位置を変化させる工程を有してなることを特徴とする光学部品の位置調整方法（請求項4）である。

【0015】

本手段においては、光学部品の取り付け面に、蒸着、鍍金、又は気相成長により材料を付加することにより、取り付け面の位置を変化させている。蒸着、鍍金、又は気相成長法は、サブミクロンオーダーの精度で付加される物質の厚さを制御することができるので、これにより、サブミクロンオーダー ($0.01\mu\text{m}$) の精度で、光学部品の取り付け位置を制御することができ、精密な光学系とすることができる。

【0016】

前記課題を解決するための第5の手段は、光学部品の位置を調整する方法であって、当該光学部品の少なくとも1つの取り付け面をエッティングすることにより、取り付け面の位置を変化させる工程を有してなることを特徴とする光学部品の位置調整方法（請求項4）である。

【0017】

エッティングは、サブミクロンオーダーの精度で物質の厚さを減少させることができるので、これにより、サブミクロンオーダー ($0.01\mu\text{m}$) の精度で、光学部品の取り付け位置を制御することができ、精密な光学系とすることができます。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の例を図を用いて説明する。図1は、本発明の実施の形態の第1の例である光学部品の厚さ調整方法、及びそれによって製造される

光学部品の概要を示す図である。これは、固体浸レンズ(Solid Immersion Lens)の厚さが目標値より薄かった場合に、その厚さを目標値にする方法を示したものである。

【0019】

固体浸レンズである凸平レンズ11は、この場合、図の左側から球面部である第1光学面11aに入射する光A（周辺光のみを図示する）を集光し、その平面部である第2光学面11bの光軸上に焦点を結ばせるように設計されている。そして、例えば第2光学面11bに接して被加工物を位置させることにより、光による加工を行う。

固体浸レンズの厚さを増減するためには、その平面部を加工するのが一般的であるが、固体浸レンズにアラナティックレンズを用いる場合は、平面部、球面部のいずれに対しても加工できる利点がある。アラナティックレンズは、屈折面の曲率半径がアラナティックな条件を満たしているレンズであり、この条件を満たすならば、平面部、球面部のいずれに対しても加工できる。

【0020】

固体浸レンズに製造法の一例を述べると、立方体の材料を球状に加工し、球を平面でカットし、平面部と球面部を形成し、平面部と球面部を平滑に加工（例えば、研磨）する。ここまで厚さ精度は、 $\pm 2 \mu m$ 程度である。

この凸平レンズ11においては、第1光学面11aの曲率半径は、1.0508mm、第1光学面11aと第2光学面11bとの光軸Oに沿った距離は、1.75145mmである。

【0021】

固体浸レンズとしての結像条件を満たし、かつ、結像性能、即ち、結像面上の点像の形状を充分に小さく保つためには、凸平レンズ11の厚さの加工精度を、求める点像の大きさに近いレベルにまで高める必要がある。この実施の形態では、点像の直径を0.0002mm以内とすることが要求されている。また、点像を形成する場所が凸平レンズ11の端面（平面部）上にあるので、凸平レンズ11の厚さをその焦点深度内の精度で製造する必要がある。その結果、凸平レンズ11の厚さの加工精度をサブミクロン以下($0.01 \mu m$)とする必要がある。従来の加工手

段においては、このような製作精度を得ることは不可能であり、よって、図1に示すように、目標より薄いものが製造されることがある。そこで、本発明の方法により、厚さの調整を行う。

【0022】

すなわち、厚さの不足量が小さくなるように調整部12を蒸着により付加する。この実施の形態においては、凸平レンズ11は合成石英を加工したものであり、蒸着物質はSiO₂である。すなわち、光学部材である凸平レンズ11と、蒸着される物質は同じ材料で構成されている。

図2は、凸平レンズに調整部を形成する状態を示す説明図である。調整部を付加する場合は、凸平レンズ11を平面部11bが蒸着源の方向を向くように、平面部11bの周辺を保持具13に接触させて載置するだけでよい。

固体浸レンズの場合、平面部11の光学的な有効領域は非常に小さい。先に述べたように、点像の直径は0.0002mm以内と極めて小さく、有効領域はその数倍程度である。従って、有効領域の厚さ精度、表面状態が確保されていることが必須である。

【0023】

どの程度の蒸着厚みとするかは、従来の手段で形成された凸平レンズ11の厚さを測定し、不足している厚さだけ蒸着を行えばよい。蒸着厚さをサブミクロンのオーダーで制御することは容易である。

【0024】 この結果、入射する光Aは、蒸着物質によって新しく形成された第3光学面11cの光軸上に集光され、この面に被加工物等を置くことにより、光加工を行うことができる。

【0025】 調整前の凸平レンズ11の厚さが所定値よりも厚い場合には、第2光学面11bに対してエッティングを施して厚さをより所定値に近付ける。エッティング液としては合成石英をエッティングできるフッ酸液を使用する。減厚する場合は、図2に示すように、凸平レンズ11の平面部11bがフッ酸液の方向を向くように、平面部11bの周辺を保持具13に接触させて載置する。この場合、マスクを用いて、平面部11b以外をカバーするとよい。エッティング厚さをサブミクロン(0.01μm)のオーダーで制御することは容易である。

【0026】

図3は、本発明の実施の形態の第2の例である光学部品の厚さ調整方法、及びそれによって製造される光学部品の概要を示す図である。これは、反射屈折型レンズにおいて、その光学的厚さが目標値より薄かった場合に、その厚さを目標値にする方法を示したものである。

【0027】

反射屈折型レンズ21は、主として天体望遠鏡等の大口径のレンズとして用いられ、それに入射する周辺光Bを使用するようになっている。図3は、無限遠または十分に遠距離にある物体の像を結像している、カタジオプトリック光学系の一例である。すなわち、周辺光Bは、反射屈折型レンズ21の第1光学面21aに入射して屈折し、第2光学面21bに設けられた反射膜22で反射された後、第1光学面21aの中心付近に設けられた反射膜23で再び反射され、第2光学面23で屈折して、像面24に焦点を結ぶようにされている。

【0028】

しかしながら、反射屈折型レンズ21の厚さが目標値になつていないと、像面24に焦点を結ぶことができない。図3から分かるとおり、光は、反射によって反射屈折型レンズ21内を3回横切るために、レンズの中心厚誤差の影響が、通常の屈折レンズと比べて大きい。よって、この部分の厚さには、特に厳しい精度が要求される。

【0029】

反射屈折型レンズ21の厚さが目標値より薄いとき、レンズ中心部に調整部25、26を設ける。この調整部25、26は蒸着又は気相成長により形成する。例えば、反射屈折型レンズ21が合成石英で形成されている場合は、第1の実施例と同じように、 SiO_2 を蒸着させることにより形成する。そして、反射屈折型レンズ21の厚さを調整し、光軸に平行な周辺光線Bが像面24に焦点を結ぶような厚さとした後に、反射膜23を蒸着等により形成する。

【0030】

図4は、本発明の実施の形態の第3の例である、光学部品の位置調整方法の例を示す図である。この光学系は、所謂、Mirau型干渉対物レンズと呼ばれるもの

であり、非球面レンズ31とハーフミラー32を組み合わせたものである。非球面レンズ31に入射する光軸に平行な光線Aが、非球面レンズ31により屈折され、ハーフミラー32を透過した光が観察面33に集光されると共に、ハーフミラー32で反射された光は第2光学面31b面上に設けられた反射膜34に集光されるようになっている。反射膜34は、少なくとも観察面33と同じ広さの面が平面形状とされている。

【0031】

観察面33からの反射光は、ハーフミラー32を透過し、反射膜34で反射して、さらにハーフミラー32で反射された光と干渉し、観察面33の像と共に、干渉縞が観察されるようになっている。

【0032】

このような光学系においては、正確な干渉縞を得るために、観察面33と反射膜34が光学的に共役な位置にある必要があるので、非球面レンズ31とハーフミラー32の位置関係に高い精度が要求される。なお、ハーフミラー32は、透明体からなる平面板35、36に挟まれている。

【0033】

この実施の形態においては、非球面レンズ31と平面板35の間に調整部37を設け、その厚さを正確に制御することにより、非球面レンズ31と平面板35の位置関係を目標精度以内にするようにしている。この調整部37は、いわゆるワッシャー（円環状）の形態とし、蒸着、鍍金、気相成長、エッチングなどの手段により形成して、充分な厚さを持たせることでこの調整部37自身の強度を確保してもよいし、非球面レンズ31の有効径外で平面板35と接する部分を基板としてそのまま使用して、その厚さを、蒸着、鍍金、気相成長、エッチングなどの手段により調整してもよい。

【0034】

図5は、本発明の実施の形態の第4の例である光学部品の厚さ調整方法、及びそれによって製造される光学部品の概要を示す図である。この光学系は、回転放物面での反射を利用した固体浸レンズである。このような反射型固体浸レンズの特長は、屈折光学系を使用したものと比べて構成部品数が少ないので、より小型

・軽量化ができること、それゆえ、光学系の位置をより高速で移動、制御できることである。また、反射系は色収差を生じないので、使用できる光の波長範囲が極めて広いという特長も有する。

【0035】

図5において、回転放物面41は、中心軸O'の周りに回転対称な曲面の一部であり、反射型固体浸レンズ42の上面側に位置し、その面には、必要な入射光を反射して焦点に導くために反射増加膜（図示せず）が設けられている。回転放物面41の中心軸O'に対して平行な光C、D、Eは、反射型固体浸レンズ42内に入射した後、回転放物面41で反射し、放物焦点43に集光される。

【0036】

反射型固体浸レンズ42においては、放物焦点43は、中心軸O'上にあると共に、反射型固体浸レンズ42の端面上にある必要がある。反射型固体浸レンズ42の端面を正確に放物焦点43に一致させるために、本実施の形態においては、厚さ調整部44を設けている。すなわち、反射型固体浸レンズ42の厚さが目標値より薄くなり、放物焦点43が反射型固体浸レンズ42の外部に形成されてしまう場合は、蒸着や気相成長により厚さ調整部44を付加して、その部分の反射型固体浸レンズ42の厚さを厚くする。

【0037】

逆に、反射型固体浸レンズ42の厚さが目標値より厚くなり、放物焦点43が反射型固体浸レンズ42の内部に形成されてしまう場合は、反射型固体浸レンズ42の表面をエッティングし、その部分の厚さを薄くする。このようにして、放物焦点43をサブミクロンの精度で反射型固体浸レンズ42の端面に一致させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態の第1の例である、光学部品の厚さ調整方法、及びそれによって製造される光学部品の概要を示す図である。

【図2】

凸平レンズに調整部を形成する状態を示す説明図である。

【図3】

本発明の実施の形態の第2の例である、光学部品の厚さ調整方法、及びそれによって製造される光学部品の概要を示す図である。

【図4】 本発明の実施の形態の第3の例である、光学部品の位置調整方法の例を示す図である。

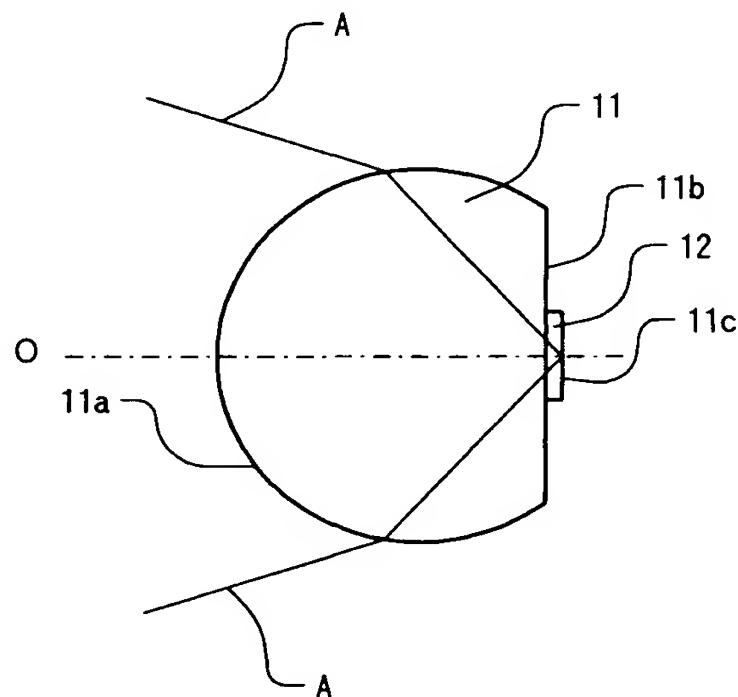
【図5】 本発明の実施の形態の第4の例である、光学部品の厚さ調整方法、及びそれによって製造される光学部品の概要を示す図である。

【符号の説明】

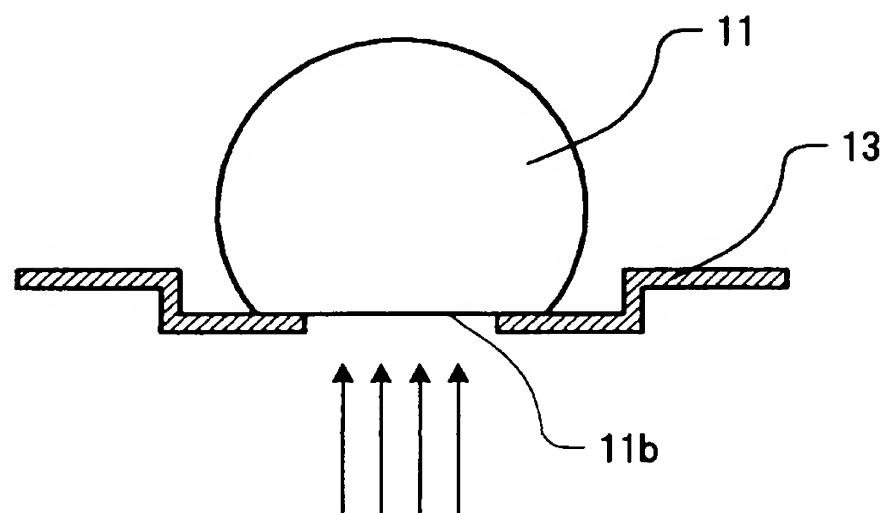
1 1 …凸平レンズ、 1 1 a …第1光学面、 1 1 b …第2光学面、 1 2 …調整部
、 2 1 …反射屈折型レンズ、 2 1 a …第1光学面、 2 1 b …第2光学面、 2 2、
2 3 …反射膜、 2 4 …像面、 2 5、 2 6 …調整部、 3 1 …非球面レンズ、 3 1 a
…第1光学面、 3 1 b …第2光学面、 3 2 …ハーフミラー、 3 3 …観察面、 3 4
…反射膜、 3 5、 3 6 …平面板、 3 7 …調整部、 4 1 …回転放物面、 4 2 …反射
型固体浸レンズ、 4 3 …放物焦点、 4 4 …厚さ調整部、 A …入射光、 B …周辺光
、 C、 D、 E …光、 O …光軸、 O' …中心軸 1 3 …保持具

【書類名】 図面

【図1】

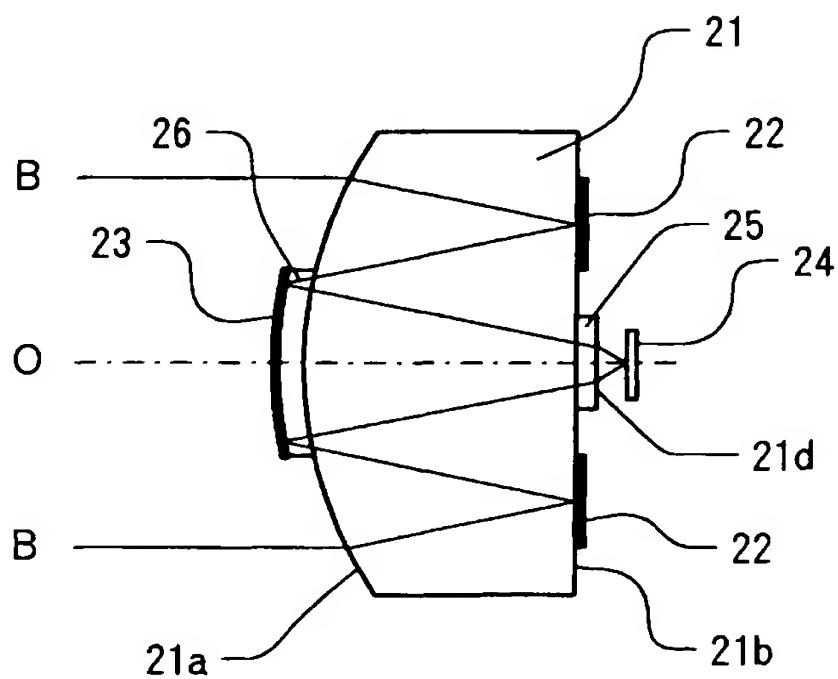


【図2】

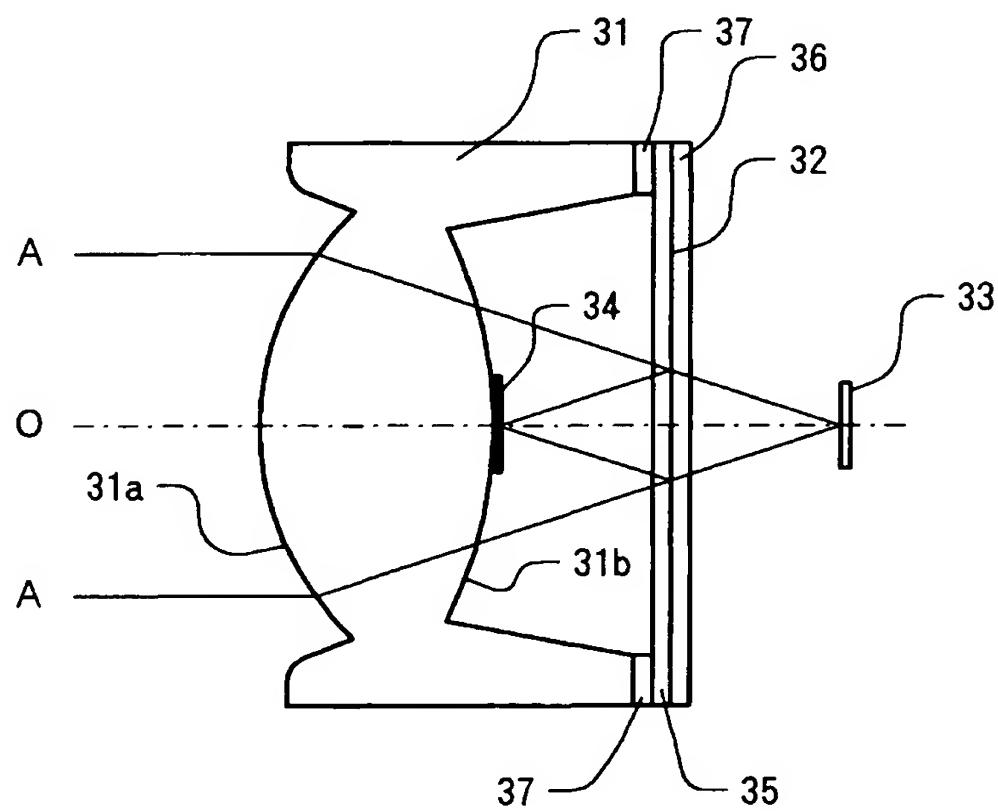


蒸着物質、反応液など

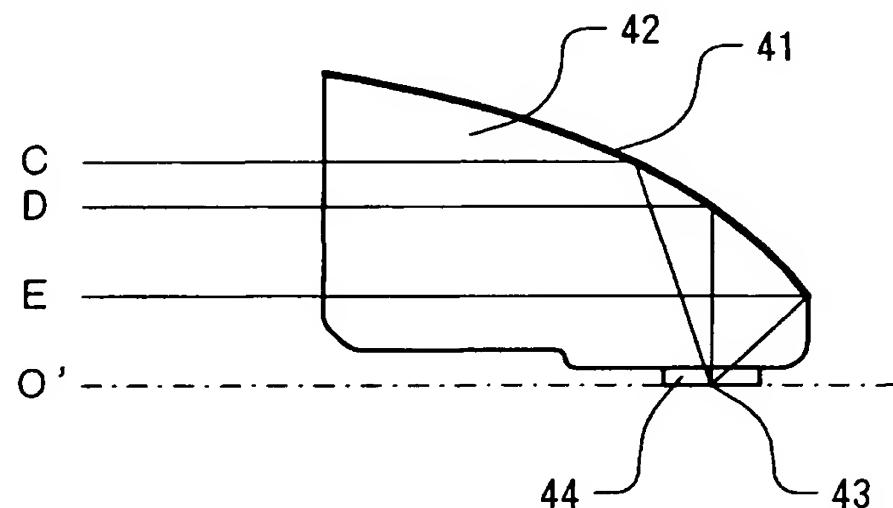
【図3】



【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光学部品の光学的厚さ精度をサブミクロン以下に調整可能な光学部品の厚さ調整方法を提供する。

【解決手段】 固体浸レンズとしての結像条件を満たし、かつ、結像性能、即ち、結像面上の点像の形状を充分に小さく保つためには、凸平レンズ11の厚さの加工精度を、求める点像の大きさに近いレベルにまで高める必要がある。従来法で製造された固体浸レンズ11の厚さが目標値より薄い場合、厚さの不足量が小さくなるように調整部12を蒸着により付加する。この実施の形態においては、凸平レンズ11は合成石英を加工したものであり、蒸着物質は SiO_2 である。すなわち、光学部材である凸平レンズ11と、蒸着される物質は同じ材料で構成されている。この結果、入射する光Aは、蒸着物質によって新しく形成された第3光学面11cの光軸上に集光される。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-383861
受付番号	50101849805
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 1月 7日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成13年12月18日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

氏 名 株式会社ニコン